

PROSIDING KNEP - 2011



Konferensi Nasional Engineering Perhotelan

(The National Conference on Hotel Engineering)

Denpasar, 10 September 2011

ISBN: 978-602-9042-51-1

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS UDAYANA



RINGKASAN

Perekonomian Bali sangat didorong oleh sektor industri pariwisata. Sektor ini mampu mengubah struktur ekonomi Bali, dari agraris menjadi industri jasa (pariwisata). Pengembangan Bali, terutama di daerah pariwisata layak untuk memperoleh perhatian dari semua pihak. Dengan perhatian yang tulus, pembangunan pariwisata diharapkan dapat memberikan manfaat maksimal bagi kemakmuran rakyat tanpa mengorbankan nilai-nilai budaya Bali.

Semua pihak mengakui bahwa pengembangan pariwisata di Bali memiliki dampak positif pada masyarakat. Namun, di balik dampak positif itu tentu tidak akan pernah lepas dari sisi negatif, yang jika tidak ditangani dengan serius dapat berdampak negatif terhadap sektor ekonomi, fisik, dan sosial masyarakat.

Sehubungan dengan semakin berkembangnya hotel dan jasa pariwisata di Bali dan untuk mengetahui dan memahami perkembangan dan pemanfaatan teknologi dalam perhotelan serta dampak yang ditimbulkan, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Udayana menyelenggarakan Konferensi Nasional Engineering Perhotelan II yang akan kami selenggarakan di Discovery Kartika Plaza Hotel, Bali, Kuta, pada tanggal 10 September 2011.

Konferensi Nasional Engineering Perhotelan II dimaksudkan untuk menjelaskan dan memberikan gambaran tentang pengembangan dan infrastruktur pendukung untuk pengembangan pariwisata di Bali, terutama untuk mengantisipasi perubahan iklim, kelangkaan energi, polusi dan manajemen energi.

Kata Kunci: Pariwisata, hotel, engineering

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Ida Hyang Widhi Wasa / Tuhan Yang Maha Esa karena atas Asung Kertha Wara Nugraha-Nya, maka prosiding Konferensi Nasional Engineering Perhotelan II, dapat diselesaikan dengan baik. Adapun tema yang diangkat dalam konferensi ini adalah: **ENERGI BARU DAN TERBARUKAN (NRE) UNTUK MENGANTISIPASI KELANGKAAN ENERGI KE DEPAN.**

Konferensi Nasional Engineering Perhotelan II dimaksudkan untuk menjelaskan dan memberikan gambaran tentang pengembangan dan infrastruktur pendukung untuk pengembangan pariwisata di Bali, terutama untuk mengantisipasi perubahan iklim kelangkaan energi, polusi dan manajemen energi

Pada kesempatan yang baik ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Rektor Universitas Udayana
2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Udayana
3. Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana
4. Asosiasi Chief Engineer Bali
5. Para Keynote Speaker
6. Para Pemakalah
7. Semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyelesaian Prosiding ini.

Kami menyadari bahwa prosiding ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki, oleh karena itu kritik dan saran pembaca sangatlah kami harapkan demi sempurnanya penerbitan mendatang.

Bukit Jimbaran, September 2011

Panitia

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
I BIDANG KONVERSI ENERGI	
1 SIMULASI DISTRIBUSI TEMPERATUR <i>CO-FIRING</i> AMPAS TEBU-BATUBARA PADA REAKTOR <i>FLUIDIZED BED</i>	1
2 MODEL DAN SIMULASI NUMERIK PADA PEMBAKARAN <i>FLUIDIZED BED</i> MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR SEKAM PADI	9
3 SIMULASI DAN PEMODELAN CFD UNTUK PROSES PEMBAKARAN <i>FLUIDIZED BED</i> BERBAHAN BAKAR LIMBAH KAYU	17
4 MODEL DAN SIMULASI PERILAKU PARTIKEL <i>SEWAGE</i> <i>SLUDGE</i> PADA SISTEM <i>FLUIDIZED BED</i>	25
5 NALISA STABILITAS KAPAL PEMADAM KEBAKARAN LAMBUNG CATAMARAN UNTUK GEDUNG TEPI PANTAI	32
6 ADSORPSI CO ₂ OLEH BATUBARA SEBAGAI UPAYA UNTUK MENGURANGI EFEK GAS RUMAH KACA	41
7 DRAG REDUCTION PADA SELANG KHUSUS PEMADAM KEBAKARAN DENGAN PENAMBAHAN POLY ETHYLENE OXIDE (PEO)	48
8 DENPASAR <i>COASTAL CITY</i> DALAM KONTEKS PADA PERUBAHAN LINGKUNGAN GLOBAL	56
9 VARIASI BELOKAN DAN POSISI PIPA PENCERAT TERHADAP RUGI PANAS DAN PENURUNAN TEKANAN PADA REHEATER	63
10 BEBERAPA ASPEK DALAM MENENTUKAN KENYAMANAN TERMIS UNTUK HOTEL, VILLA DAN RUMAH HUNIAN DI DAERAH TROPIS	75
11 SISTEM PENGOLAHAN SAMPAH GENERASI TERBARU DAN PENGUJIAN BAHAN BAKAR	83
12 KARAKTERISTIK PEMBAKARAN DENGAN UDARA BERLEBIH PADA MOTOR BAKAR PENYALAAAN BUSI	91
13 MEMANFAATKAN AIR BILASAN BAGAS UNTUK	103

	MENGHASILKAN LISTRIK DENGAN TEKNOLOGI MICROBIAL FUEL CELLS	
14	INSTALASI POMPA AIR UNTUK KEBUTUHAN AIR BERSIH DI KOTA DENPASAR SAMPAI TAHUN 2020	113
15	PENGOLAHAN LIMBAH HOTEL TERPADU SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF	123
16	BIODIESEL SEBAGAI BAHAN BAKAR UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK DI HOTEL	130
17	STUDI EKSPERIMENTAL PENGONTROLAN AIR CONDITIONING SYSTEM DENGAN FUZZY LOGIC CONTROL	137
18	PROSES TREATMENT DENGAN MENGGUNAKAN NAOCL DAN H_2SO_4 UNTUK PEMBUATAN BIOETANOL DARI LIMBAH RUMPUT LAUT EUCHEUMA COTTONII	147
19	PEMBUATAN ETANOL GENERASI KEDUA DENGAN MEMANFAATKAN LIMBAH RUMPUT LAUT EUCHEUMA COTTONII SEBAGAI BAHAN BAKU	157
20	ANALISA PERFORMANSI DESTILASI AIR LAUT TENAGA SURYA MENGGUNAKAN PENYERAP RADIASI SURYA TIPE BERGELOMBANG YANG BERBAHAN DASAR CAMPURAN SEMEN DENGAN PASIR	175

BIDANG MANUFAKTUR

21	ANALISA DAN DESAIN SISTEM KONTROL SUSPENSI DENGAN PEMODELAN DELAPAN DOF UNTUK MEMPERBAIKI KINERJA KESTABILAN KENDARAAN	183
22	LOW COST BULLET PROOF BODY ARMOR FOR SECURITY GUARD PERSONNEL	190
23	FRICTION COEFFICIENT OF TiO_2 AND Al_2O_3 SOLUTION IN PIPES	195
24	PENGARUH VARIASI BAHAN ISOLASI DINDING TUNGKU PELEBURAN PERUNGGU TERHADAP WAKTU PELEBURAN	203
25	PERLAKUAN PROSES METAL KOMPOSIT AL/SIC WHISKER DENGAN PELAPISAN PERMUKAAN DALAM FASE PADAT MELALUI ECAP	211
26	STUDI PERBANDINGAN GEOMETRI UJUNG PAHAT BUBUT HIGH SPEED STEEL, BORON KARBIDA DAN INTAN	224
27	SMART HANDLING SEPEDA MOTOR DENGAN PENGENDALI SKID MELALUI PENAMBAHAN SENSOR SUDUT KEMIRINGAN BELOK	231

II MATERI KEYNOTE SPEAKER

FRICITION COEFFICIENT OF TiO_2 AND Al_2O_3 SOLUTION IN PIPES

Rr Sri Poernomo Sari* and Muhammad Haikal**

* Mechanical Engineering Department, Faculty of Industrial Technology
Gunadarma University, Jakarta

Email: sri_ps@staff.gunadarma.ac.id

**Undergraduate student of Mechanical Engineering Department, Faculty of Industrial
Technology, Gunadarma University, Jakarta

Email: mhaikal12@gmail.com

Abstract

Nano fluid researches have recently going in progress. Laminar flow and turbulent of dilute TiO_2 and Al_2O_3 solutions in smooth pipes was studied. Experiment use in 25.4 mm of diameter pipe (PVC) and 10, 20 and 30 ppm for additive concentration. The friction coefficient and the Reynolds number are calculated by measuring the pressure drop and the volumetric flow rate in periode of time, respectively. The result show that flow properties are influenced by nano particles addition. In the transition and turbulent flow regime without additive, the increasing of friction coefficient appeared to be effected by wall condition alone. Addition of titania and alumina to water is effective for smoth pipe. For example with addition of 30 ppm of alumina reduced drag in pipe by 12 percent at Reynolds number, $\text{Re } 2 \times 10^4$ whereas in 20 ppm addition tested drag was reduced only 5 percent.

Key words : turbulent flow, dilute nano particles, friction coefficient, ppm, Reynolds number.

Abstrak

Penelitian nano fluida saat ini mengalami kemajuan. Aliran laminar dan turbulen dengan penambahan TiO_2 (titania) dan Al_2O_3 (alumina) yang mengalir di dalam pipa mulus telah banyak dikaji. Percobaan menggunakan pipa (PVC) dengan diameter 25,4 mm serta konsentrasi zat tambahan sebesar 10, 20 dan 30 ppm. Nilai koefisien gesek dan Bilangan Reynolds dihitung dengan pengukuran kerugian jatuh tekan dan laju aliran volumetrik masing-masing dalam waktu tertentu. Hasil menunjukkan bahwa sifat-sifat aliran dipengaruhi oleh penambahan partikel-partikel nano. Pada aliran transisi dan turbulen tanpa zat tambahan, peningkatan koefisien gesek dipengaruhi oleh kondisi dinding pipa itu sendiri. Penambahan titania dan alumina pada air murni (H_2O) efektif untuk aliran di dalam pipa mulus. Sebagai contoh dengan penambahan 30 ppm alumina mengurangi hambatan dalam pipa sebesar 12 % pada Bilangan Reynolds 2×10^4 , dimana dengan penambahan 20 ppm alumina mengurangi hambatan hanya 5 %.

Kata kunci: Aliran turbulen, dilute nano particles, koefisien gesek, ppm, Bilangan Reynolds.

1. Pendahuluan

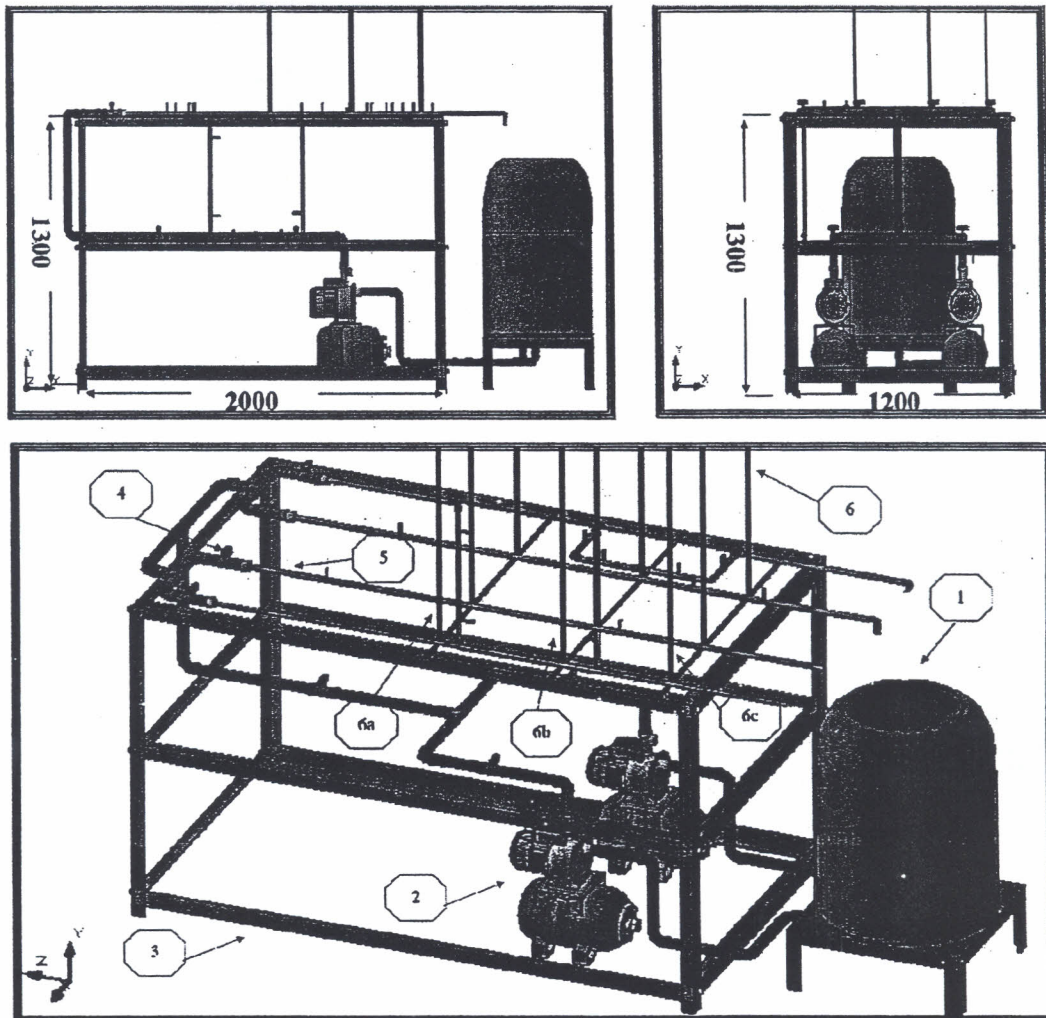
Pipa adalah alat transportasi fluida baik cair maupun gas yang banyak dipakai di industri, gedung, dan perumahan. Kerugian jatuh tekanan (pressure drop) merupakan hal penting dalam sistem aliran dalam pipa karena berhubungan dengan penggunaan energi. Kerugian jatuh tekanan erat kaitannya dengan nilai koefisien gesek yang terjadi dalam aliran. Koefisien gesek adalah koefisien pergesekan antara aliran fluida yang mempunyai kecepatan rendah dengan aliran fluida yang mempunyai kecepatan lebih tinggi. Contoh aliran air di sungai pada daerah tengah kecepatan aliran terlihat lebih cepat dari pada daerah yang mendekati tepi/dinding sungai. Usaha peneliti untuk mengurangi kerugian jatuh tekan ada bermacam cara. Salah satu usaha pengurangan kerugian jatuh tekan adalah memasukkan partikel ke dalam pelarutnya. Partikel nano sangat menarik untuk diteliti karena masih sedikit data dan masih banyak hal yang belum diketahui dengan jelas. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui efek pemberian sedikit partikel nano terhadap nilai kerugian jatuh tekan (pressure drop/head loss) aliran fluida di dalam pipa. Alumina dan titania digunakan dalam penelitian ini dengan variasi perubahan kecepatan aliran dan konsentrasi fluida kerja. Semakin panjang pipa, semakin kecil diameter pipa dan semakin cepat aliran maka nilai kerugian jatuh tekan semakin besar.

2. Eksperimental Set-up

Rancangan alat uji seperti terlihat pada gambar 1 dimana fluida yang akan diuji ditempatkan pada penampung fluida (*tank*) kemudian dari penampungan ini akan ada dua saluran keluar dimana saluran pertama akan terhubung dengan pompa 1 dan saluran kedua terhubung dengan pompa 2. Ujung keluaran dua pompa akan bersatu dalam pipa penyalur. Pipa penyalur akan menyalurkan fluida menuju pipa uji. Dimana pipa uji terdiri atas 1 buah pipa acrylic dan 1 buah pipa PVC. Dalam penelitian ini pipa uji yang digunakan adalah pipa PVC dengan diameter 1 inci (25,4 mm). Pipa penyalur akan dihubungkan dengan manifold untuk mendistribusikan aliran ke semua pipa uji. Masing-masing ujung pipa uji diberikan katup sebagai pengatur debit aliran. Katup pipa uji lain akan ditutup saat sedang melakukan percobaan terhadap salah satu pipa uji. Pada jarak 60 dan 120 kali diameter dipasang manometer. Pada jarak 30 cm dari ujung keluaran pipa uji juga dipasang sebuah manometer dan perbedaan head (Δh) akan terbaca pada manometer saat pengujian dilakukan.

3. Spesifikasi Alat Uji

Alat uji terdiri dari sebuah pipa PVC dengan diameter 25.4 mm. Pada saluran keluar fluida dipasang sebuah gelas ukur dimana gelas ukur ini berfungsi untuk menampung volume fluida yang keluar per satuan waktu (pengukuran debit). Di bawah gelas ukur ditempatkan sebuah neraca untuk menentukan massa jenis dari fluida yang mengalir. Selain itu di dalam tangki juga terpasang thermometer air raksa untuk mengukur temperatur fluida saat pengujian.



Gambar 1. Eksperimental Set-up

3.1 Prosedur Pengujian

1. Memasukan fluida uji (air maupun fluida larutan lain) ke dalam tangki penampungan sebanyak volume tertentu.
2. Menghidupkan pompa, kemudian membiarkan semua katup dalam keadaan terbuka. Hal ini bertujuan untuk menstabilkan aliran pada saat pengambilan data.
3. Menutup katup pipa uji yang tidak digunakan dalam pengujian.
4. Membuka katup pipa uji PVC sebesar 30° dan membaca perbedaan ketinggian (Δh) pada manometer kedua dan manometer ketiga. Menentukan debit aliran fluida dengan cara menampung fluida yang mengalir keluar dari pipa uji menggunakan gelas ukur sebanyak volume tertentu dalam waktu tertentu. Kemudian menimbang massa fluida untuk mengetahui massa jenis fluida tersebut.

5. Melakukan langkah ke-4 dengan bukaan katup utama diperbesar 10° hingga bukaan penuh sebesar 90°. Mencatat semua hasil yang didapat untuk melakukan pengolahan data serta analisis hasil.
6. Pengujian dilakukan berulang-ulang untuk mendapatkan data yang mendekati akurat.
7. Melakukan pengujian yang sama untuk pipa uji yang berbeda.

3.2 Teori

Fluida merupakan suatu zat yang tidak mampu menahan gaya geser yang bekerja sehingga akan mengalami deformasi. Fluida dapat diklasifikasikan menjadi dua bagian, yaitu :

1. Fluida Newtonian

Fluida Newtonian adalah suatu jenis fluida yang memiliki kurva hubungan shear stress dan gradient kecepatan yang linier. Contoh fluida Newtonian adalah air, udara, ethanol, benzene, dan lain-lain. Fluida Newtonian akan terus mengalir dan viskositas fluida tidak berubah sekalipun terdapat gaya yang bekerja pada fluida. Viskositas fluida akan berubah jika terjadi perubahan temperature. Pada dasarnya fluida Newtonian adalah fluida yang mengikuti hukum Newton tentang aliran dengan persamaan :

$$\tau = \mu \frac{\partial u}{\partial y} \quad (1)$$

Dimana :

τ	= Tegangan geser pada fluida
μ	= Viskositas dinamik fluida
$\frac{\partial u}{\partial y}$	= Gradient kecepatan fluida

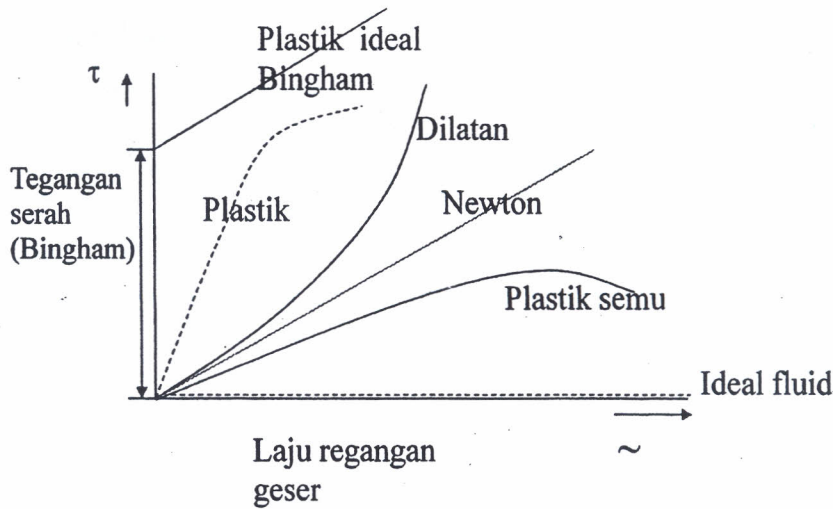
2. Fluida Non-Newtonian

Fluida non-Newtonian adalah fluida yang memiliki kurva hubungan tegangan geser dengan gradient kecepatan tidak linear. Viskositas fluida ini tidak hanya dipengaruhi oleh temperatur tetapi juga dipengaruhi oleh regangan geser dan lain-lain. Persamaan dasar fluida non-Newtonian adalah :

$$\tau = K \left(\frac{\partial u}{\partial y} \right)^n \quad (2)$$

Dimana :

τ	= Tegangan geser pada fluida
K	= Indeks perilaku aliran
n	= Power law indeks
$\frac{\partial u}{\partial y}$	= Gradient kecepatan fluida



Gambar 2. Hubungan antara shear stress – shear rate pada fluida Newtonian dan non-newtonian

Ketika aliran melewati awal ujung pipa, distribusi kecepatan didalam pipa mempunyai bentuk yang tidak teratur yang disebut aliran sedang berkembang. Kondisi ini akan semakin berubah seiring bertambahnya panjang dari inlet. Distribusi kecepatan yang terjadi masing mengalami perubahan bentuk kontur. Setelah aliran mengalami fully developed flow atau berkembang penuh, maka distribusi kecepatan akan seragam untuk jarak dari inlet semakin panjang. Untuk aliran laminar, panjang hidrodinamik untuk mencapai keadaan fully developed flow adalah kurang lebih 120 kali diameter dalam pipa.

Dalam suatu aliran yang melewati sistem atau instalasi pipa maka terjadi suatu hambatan aliran. Hambatan tersebut disebabkan oleh faktor-faktor bentuk instalasi. Hambatan tersebut dapat menyebabkan turunnya energi dari fluida yang sering disebut dengan kerugian tekanan (head loss) atau penurunan tekanan (pressure drop) yang disebabkan oleh pengaruh gesekan fluida (friction losses) dan perubahan pola aliran. Pada kondisi aliran laminar, hambatan gesek tersebut hanya dipengaruhi oleh kekentalan fluida. Namun, pada aliran turbulent hambatan tersebut dipengaruhi oleh kekentalan fluida dan kekasaran permukaan pipa.

Pada tahun 1883 Osborne Reynolds menunjukkan bahwa penurunan tekanan tergantung pada parameter : kerapatan (ρ), kecepatan aliran (V), diameter (D), dan viskositas dinamik (μ) yang selanjutnya dikenal dengan bilangan Reynolds, penurunan tekanan merupakan fungsi dari faktor gesekan (f) dan kekerasan relatif dari dinding (ϵ/D).

$$f = \phi\left(\text{Re}, \frac{\epsilon}{D}\right) \quad (3)$$

Hambatan gesek menyebabkan kerugian jatuh tekanan, Δh . Nilai Δh ini didapatkan dari persamaan Darcy dan Weisbach (1806-1871):

$$\Delta h = f \left(\frac{L}{D} \right) \frac{v^2}{2g} \quad (4)$$

Dimana f adalah koefisien gesek Darcy dan dapat ditentukan dengan rumus $f = \frac{64}{Re}$ untuk aliran laminar. Terlihat hubungan yang linear antara koefisien gesek dengan bilangan Reynolds, sedangkan untuk aliran turbulent nilai koefisien gesek tersebut banyak dipengaruhi oleh faktor-faktor lain misalnya kekasaran permukaan pipa. Kekasaran permukaan pipa menjadi faktor yang dominan dalam menentukan besarnya koefisien gesek yang terjadi. Nilai kekasaran permukaan dinotasikan dengan simbol e dapat ditentukan dengan rumus:

$$\epsilon = \frac{e}{D} \quad (5)$$

Dimana ϵ adalah kekasaran relatif.

Pengaruh kekasaran permukaan pipa diteliti secara luas pertama kali oleh Nikuradse. Hasil dari percobaannya menunjukkan bahwa kekasaran permukaan sangat mempengaruhi aliran pada bilangan Reynolds tinggi, nilai koefisien gesek tergantung pada bilangan Reynolds. Von Karman menurunkan rumus untuk aliran turbulent dengan memasukkan kekasaran permukaan. Hasil dari penurunan rumus tersebut adalah:

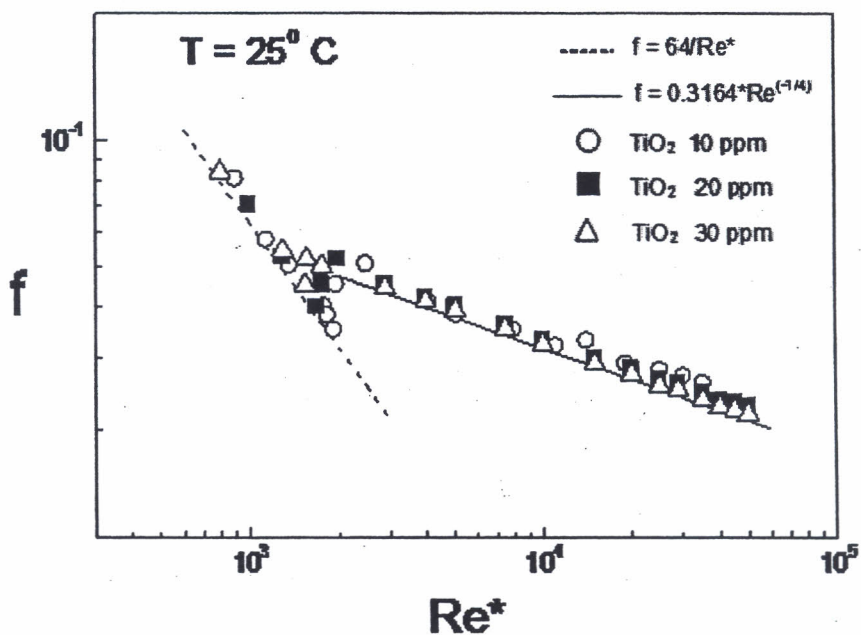
$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 1.14 + 2 \log \frac{D}{e} \quad (6)$$

Persamaan Blasius juga menggambarkan nilai koefisien gesek untuk aliran turbulent yaitu:

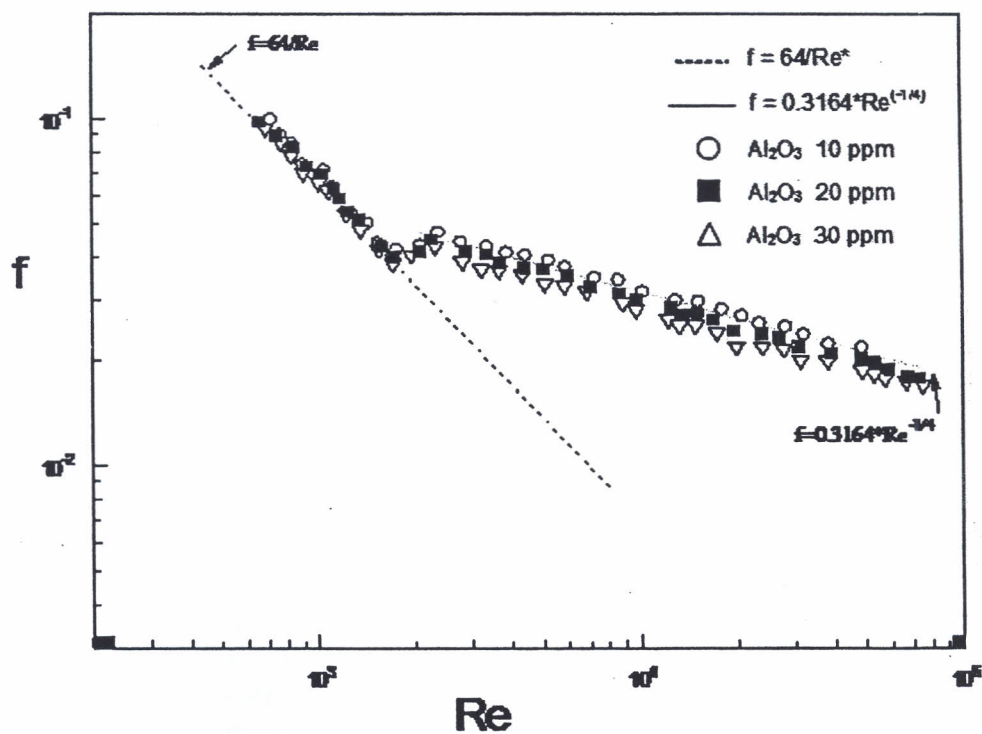
$$f = 0.3164 Re^{-\frac{1}{4}} \quad (7)$$

Lewis F. Moody (1880-1953) mengembangkan hasil percobaan Nikuradse ke dalam bentuk model matematika dan berhasil memplot sebuah grafik hubungan koefisien gesek dengan bilangan Reynolds pada aliran turbulent dengan variasi kekasaran permukaan.

4. Hasil Pengukuran



Gambar 3. Hubungan koefisien gesek dengan bilangan Reynolds untuk larutan titania



Gambar 4. Hubungan koefisien gesek dengan bilangan Reynolds untuk larutan alumina

5. Kesimpulan

Penambahan partikel nano fluida alumina (Al_2O_3) dengan konsentrasi 30 ppm menghasilkan pengurangan hambatan (drag reduction) sebesar 12 % pada Bilangan Reynolds ± 20000 . Sementara untuk penambahan alumina dengan konsentrasi 20 ppm hanya menghasilkan pengurangan hambatan (drag reduction) sebesar 5 %. Efek penambahan partikel nano titania (TiO_2) tidak menghasilkan pengurangan hambatan (drag reduction).

Daftar Pustaka

1. K. Khanafer, K. Vafai, and M. Lightstone, "Bouyancy-driven heat transfer enhancement in a two-dimensional enclosure utilizing nanofluids, " *International Journal of Heat Transfer*, vol.46, no. 19, pp.3639-3653, 2003.
2. S. Lee, S.U. Choi, S. Li, and J.A. Eastman, "Measuring thermal conductivity of fluids containing oxide nanoparticles, " *Journal of Heat Transfer*, vol. 121, no. 2, pp. 280-289, 1999.
3. S.P.Lee and U.S. Choi, "Application of metallic nanoparticles suspensions in advanced cooling system, " in *Recent Advances in Solid/Structures and Applications of Metallic Materials*, Y. Kwon, D. Davis, and H. Chung, Eds., PVP-Vol.342/MD- Vol. 72, pp. 227-234, ASME, New York, NY, USA, 1996.
4. R.A. Seban, E. F. McLaughlin, Heat transfer in tube coils with laminar and turbulent flow, *International Journal of heat and Mass Transfer*, 6, 1963, 387-395.
5. S. U. S. Choi, "Enhancing thermal conductivity of fluids with nanoparticles," in *Developments Applications of Non-Newtonian Flows*, D. A. Siginer and H. P. Wang, Eds., FEDvol. 231/MD-vol. 66, pp. 99-105, ASME, New York, NY, USA, 1995.
6. Q. Li and Y. Xuan, "Convective heat transfer performances of fluids with nanoparticles," in *Proceedings of the 12th International Heat Transfer Conference*, pp. 483-488, 2002.
7. Wen, D. & Ding, Y. 2004 Experimental investigation into convective heat transfer of nanofluid at the entrance region under laminar flow conditions. *Int. J. Heat Mass Transfer*, Vol. 47, pp. 5181-5188.

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK - UNIVERSITAS UDAYANA
KAMPUS BUKIT JIMBARAN, BALI 80362
TELP./FAX. : +62-361 703321**

**DIDKUNG OLEH:
PROGRAM MAGISTER TEKNIK MESIN
UNIVERSITAS UDAYANA
TELP./FAX. +62-361 241390**